

УДК 628

НЕБЕЗПЕЧНА КОНЦЕНТРАЦІЯ МЕТАНУ В ГАЗОПОДІБНИХ ВИКИДАХ ТА МЕТОДИ ЇЇ ЗНИЖЕННЯ

Г. Ю. БахарєваКандидат технічних наук, старший викладач
Кафедра охорони праці та навколишнього

середовища

Національний технічний університет «Харківський
політехнічний інститут»

вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна, 61002

В. О. Юрченко

Доктор технічних наук, професор

Кафедра екології

Харківський національний автомобільний

університет

вул. Петровського, 25, м. Харків, Україна, 61002

Статтю присвячено вирішенню актуального завдання – забезпечити екологічну безпеку навколишнього природного середовища з доведенням концентрації метану у газоподібних викидах до норм ГДК шляхом конвертації його в екологічно безпечні сполуки. Розроблено заходи для забезпечення екологічно безпечного стану міської атмосфери в районі газоподібних викидів, що містять метан

Ключові слова: газоподібні викиди, метан, екологічна безпека, біотехнологічна детоксикація, біореактор

Статья посвящена решению актуальной задачи - обеспечить экологическую безопасность окружающей природной среды с доведением концентрации метана в газообразных выбросах нормам ПДК путем конвертации его в экологически безопасные соединения. Разработаны мероприятия для обеспечения безопасного состояния городской атмосферы в районе газообразных выбросов, содержащих метан

Ключевые слова: газообразные выбросы, метан, экологическая безопасность, биотехнологическая детоксикация, биореактор

1. Вступ

Концентрація метану в газоподібних викидах з каналізаційних мереж у багато разів перевищує норми ГДК для цієї речовини.

Проблеми екологічної безпеки викидів метану повинні вирішуватись як шляхом удосконалення й інтенсифікації традиційних методів очищення газоподібних викидів, так і шляхом використання альтернативних екологічно чистих методів детоксикації, що конвертують цю сполуку в екологічно безпечні продукти.

В даний час для вилучення ряду газоподібних забруднень промислових викидів, як досить перспективні, розробляються біотехнології, основними перевагами яких є висока екологічна чистота, економічність і універсальність.

Основою для розроблювальних біотехнологій є реакції, процеси й організми, що здійснюють детоксикацію газоподібних сполук у природних екосистемах.

Розробка біотехнологічних методів детоксикації газоподібних викидів з каналізаційних мереж, що містять метан, і доведення його концентрації до встановлених норм ГДК, є актуальним завданням для покращення екологічного стану міської атмосфери.

Мета дослідження, що наведено у даній статті – розробка екологічно безпечних технологічних процесів

доведення вмісту метану у газоподібних викидах з каналізаційних мереж до встановлених норм ГДК.

Ретельно проаналізовано сучасний стан проблеми захисту атмосфери від метану та його супутників в газоподібних викидах з каналізаційних мереж в Україні, Росії, а також у країнах зарубіжжя.

На основі розгляду традиційних фізико-хімічних методів доведення концентрації метану до норм ГДК показано недоліки існуючих заходів щодо детоксикації метану у газоподібних викидах з каналізаційних мереж. Досліджено основні шляхи детоксикації метану в біосфері і зазначено, що в природному середовищі він трансформується в екологічно безпечні продукти мікроорганізмами певної екологотрофічної групи.

2. Основна частина

Концентрація метану в газоподібних викидах з каналізаційних мереж досягає 6 об.%, що втричі перевищує ГДК_{р.з.}. На підставі експериментальних досліджень адсорбенту (активованого вугілля) з лабораторного дегазатора, який моделює установки, що використовуються на каналізаційних мережах для вилучення, в тому числі, метану, встановлено, що низький ступень очистки газоподібних викидів зумовлено накопиченням на активованому вугіллі сірчаної кислоти, що за 1–1,5 роки призводить до повного руйнування адсорбенту. Цю кислоту утворюють тіобацили, які

окиснюють сірководень, що міститься у газоподібних викидах з каналізаційних мереж. Генезис цього явища зумовлено великою вологістю газоподібних викидів (60-70 %), яка призводить до утворення на поверхні сорбента (активованого вугілля) водної плівки. Вуглець-, сірко- та азотовмісні сполуки в газоподібних викидах служать субстратом для розвитку відповідних еколого-трофічних груп мікроорганізмів. Ефект очистки газоподібного середовища в динаміці експлуатації фільтру від сірководню за три місяці зріс з 50 % до 95,5 %, а від метану, навпаки, знизився з 12 % до 0. Таким чином, було зроблено висновок, що доки не буде вилучено сірководень з газового середовища, метаболізм тіобацил буде пригнічувати розвиток метилотрофних бактерій, які окиснюють метан. Тому, для очистки газоподібних викидів з каналізаційних мереж, по-перше, необхідно використовувати кислотостійкий сорбент (поліетиленові, лавсанові носії) й, по-друге, розділити зони окиснення сірковмісних сполук та метану. Така установка включає в себе два біореактори: один для окиснення сірководню, діоксиду сірки, аміаку, другий – для окиснення газоподібних сполук, які погано розчиняються у воді (метан). Для визначення основних кінетичних характеристик біотехнологічної детоксикації метану в лабораторну установку, яка моделювала біореактор з двосекційної установки, в якому відбувається окиснення метану, вводили газові суміші з концентрацією метану 15-16 %. Для імібілізації мікроорганізмів в установці використовували лавсанові йорші, які зрошували живильним середовищем. Після 1 години 15 хвилин обробки газової суміші, що містить метан, специфічним мікробіоценозом, було досягнуто стовідсотковий ефект очистки. Максимальна питома швидкість окиснення метану досягла 260 мл/г×год.

Отже, за допомогою біотехнологічного методу можна довести екологічно небезпечну концентрацію метану в газоподібних викидах з каналізаційних мереж до встановлених норм ГДК (2 об. % у робочій зоні).

Для розрахунку зміни концентрації метану в процесі мікробіологічного окиснення використали математичну модель, яка була розроблена для опису окиснення метану у вугільних шахтах метанотрофними мікроорганізмами, імібілізованими на гірських виробітках (при $\mu_m = \text{const}$):

$$S_m(t) = X_{0m} \left[S_{ym} - \frac{1}{Y_m} (e^{\mu_m t} - 1) \right], \quad (1)$$

де $S_m(t)$ – концентрація метану у визначений момент часу, г/дм³; X_{0m} – вихідна концентрація метанокиснючої біомаси, г/дм³; μ_m – питома швидкість росту метанокиснючої біомаси, год⁻¹; S_{ym} – питома концентрація метану, оптимальна для росту мікроорганізмів; Y_m – економічний коефіцієнт споживання метану, мг/мг.

На рис. 1 показано криву вилучення метану в залежності від часу обробки, розраховану за рівнянням (1), та експериментальні точки. Для розрахунку питомої швидкості детоксикації метану метанокиснючою біомасою використали рівняння з математичної моделі Байотрит:

$$\rho_m = \frac{\rho_{\max} S_m(t) X_m(t) b}{S_m(t) + K_{S_m}} k_2 k_3, \quad (2)$$

де ρ_m – питома швидкість окиснення метану, мг/г×год; ρ_{\max} – максимальна питома швидкість окиснення метану, мг/г×год; $X_m(t)$ – концентрація біомаси у визначений момент часу, г/дм³; b – коефіцієнт пропорційності, const, дм³/г; K_{S_m} – константа напівнасичення для метану, г/дм³; k_2 – коефіцієнт інгібування процесу концентрацією кисню; k_3 – коефіцієнт інгібування процесу масообміном кисню.

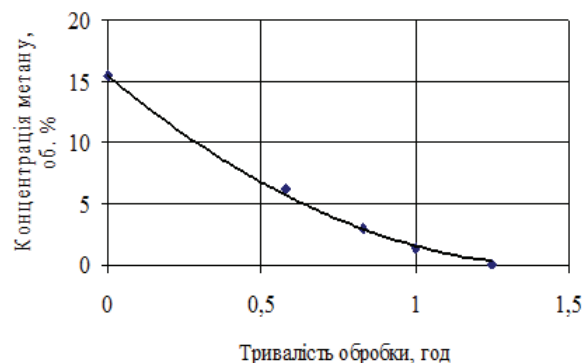


Рис. 1. Вплив тривалості біотехнологічної обробки на концентрацію метану в газоповітряному середовищі

На основі експериментальних досліджень біотехнологічного методу очищення газоподібних викидів з каналізаційних мереж від метану, що наведено в цій статті, запропоновано технологічну пропозицію щодо захисту повітряного середовища від цієї екологічно-небезпечної одновуглецевої сполуки (рис. 2).

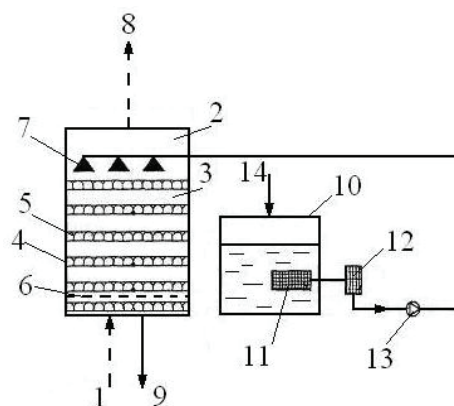


Рис. 2. Схема двосекційного біореактора з шаром, що омивається, для детоксикації метану та супутніх йому сполук в газоподібних викидах з каналізаційних мереж : 1 – газоподібні викиди з каналізаційних мереж, які містять метан та супутні йому гази; 2 – верхня (друга) секція двосекційного біореактору; 3 – двосекційний біореактор з шаром, що омивається; 4 – нижня (перша) секція двосекційного біореактору; 5 – завантаження з лавсанових йоршів, на якому імібілізований спеціалізований мікробіоценоз; 6 – умовна межа між першою та другою секціями біореактору; 7 – форсунки для постачання поживного середовища; 8 – очищений газ; 9 – зливна вода; 10 – бак, куди надходить поживне середовище; 11 – грубий фільтр; 12 – тонкий фільтр; 13 – насос; 14 – поживне середовище

3. Висновки

1. Визначено, що низький ступень очистки газоподібних викидів з каналізаційних мереж у дегазаторах, та їх низька експлуатаційна довговічність зумовлені: високим вмістом водяних парів в атмосфері мереж; руйнуванням завантаження кислотами біогенного походження; низькою активністю в цих умовах бактерій, що окиснюють метан.
2. Встановлено можливість застосування біотехнологічного методу для детоксикації метану у газоподібних викидах з каналізаційних мереж. Одержано кінетичні характеристики біотехнологічного окиснення метану. Розроблені технологічні пропозиції щодо безпечного транспортування стічних вод каналізаційними мережами рекомендовано для впровадження ДКП «Харківкомуночиствод» (м. Харків).

Література

1. Бахарева, А.Ю. Экологически безопасные методы очистки газообразных промышленных выбросов от формальдегида и метана: Дис. канд. техн. наук: 21.06.01 [Текст] / Бахарева Анна Юрьевна. – Х., 2009. – 210 с.
2. Вавилин, В.А. Моделирование деструкции органического вещества сообществом микроорганизмов [Текст] / Вавилин В.А., Васильев В.Б., Рытов С.В. – М.: Наука, 1993. – 202 с.
3. Варфоломеев, С.Д. Биотехнология: кинетические основы микробиологических процессов [Текст] / Варфоломеев С.Д., Калужный С.В. – Учебное пособие. – М.: Высш. школа, 1990. – 296 с.
4. Кузнецов, С.И. Методы изучения водных микроорганизмов [Текст] / Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. – М.: Наука, 1989. – 286 с.
5. Яковлев, В.П. Биохимические процессы в очистке сточных вод [Текст] / Яковлев В.П., Карюхина Т.А. – М.: Стройиздат, 1980. – 200 с.
6. Мякенький, В.И. Микробиологическое окисление метана угольных шахт [Текст] / Мякенький В.И., Курдиш И.К. – К : Наук. думка, 1991. – 148 с.
7. Жуков, В.Г. Микробиологические методы очистки промышленных вентиляционных выбросов от летучих примесей. Возможности и перспективы практического использования технологии «Биореактор» для борьбы с индустриальными загрязнениями атмосферы [Текст] / В.Г. Жуков, В.О. Попов, В.Г. Хоменков // Наука Москвы и регионов. – М.: Минпромнауки РФ и Московский комитет по науке и технологии. – 2003. – № 3. – С. 61-68.
8. Пахомов, А.М. Исследование применения газовых биофильтров для удаления дурнопахнущих веществ на очистных сооружениях Курьяновской станции аэрации [Текст] / А.М. Пахомов, В.О. Попов, Д.А. Данилович // Тезисы докладов VI международного конгресса «ЭКВАТЭК – 2004», 1-4 июня 2004г., Москва. – М.: ЗАО «Фирма Сибико Интернейшл», 2004. – С. 73-81.
9. Бахарева, А. Ю. Математическое описание изменения концентрации биологического окисления метана. [Текст] / А. Ю. Бахарева // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків: Технологічний центр. – 2011. – № 4/6 (52). – С.4–5.
10. Бахарева, А. Ю. Газообразные выбросы метана – их источники и эколого-токсикологическая опасность. [Текст] / А. Ю. Бахарева // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ«ХПІ». – 2011. – № 33. – С. 3–6.
11. Бахарева, А. Ю. Оценка эффективности работы фильтра из активированного угля дегазатора при очистке газообразных выбросов из канализационных сетей от метана. [Текст] / В. А. Юрченко, А. Ю. Бахарева // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ«ХПІ». – 2011. – № 53. – С. 39–44.
12. Бахарева, А. Ю. Математическое описание изменения удельной скорости биологического окисления метана. [Текст] / В. А. Юрченко, А. Ю. Бахарева // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків: Технологічний центр. – 2012. – № 1/6 (55). – С.4–6.
13. Бахарева, А. Ю. Двухсекционный биореактор с омываемым слоем для биологической детоксикации метана и сопутствующих ему веществ в газообразных выбросах из канализационных сетей г. Харькова и его эксплуатация. [Текст] / В. А. Юрченко, А. Ю. Бахарева // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ«ХПІ». – 2012. – № 1. – С.108–113.
14. Lawrence, A.W. Unified basis of biological treatment design and operation [Текст] / A.W. Lawrence, P. L. McCarty // J. of the Sanitary Engineering Division ASCE. – St. Louis: Monsanto Company. – 1970. – № 3. – P. 129-141.
15. Henze, M. Activated Sludge Model № 1 [Текст] / M. Henze, C.P.L.Jr. Grady, W. Gujer, G.v.R. Marais, T. Matsuo // Scientific and Technical Report. – London: IAWPRC. – 1987. – № 1. – P. 183-189.
16. Gabrieland, D. Technical and economical analysis of the conversion of a full-scale scrubber to a biotrickling filter for odour control [Текст] / D. Gabrieland, M.A. Deshusses // Water Science and Technology. – Portland: IAWPublishing. – 2004. – № 4. – P. 309-318.
17. Jan, R. Bath experiment on H₂S degradation by bacteria immobilised on activated carbons [Текст] / R. Jan, V.L. Ng, X.G. Chen, A.L. Geng, W.D. Gouhd, H.Q. Duan, D.T. Ling, L.C. Koe // Water Science and Technology. – Portland: IAWPublishing. – 2004. – № 4. – P. 299-308.

18. Barbosa, V.L. Hydrogen sulphide removal by activated sludge diffusion [Текст] / V.L. Barbosa, D. Dufol, J.L. Callan, R. Sneath, R.M. Stuetz // Water Science and Technology. – Portland: IWA Publishing. – 2004. – № 4. – P. 199-205
19. King, G. M. Distribution of rate and methaneoxidation in sediments of the Florida Everglades [Текст] / G.M. King // Applied and Environmental Microbiology. – Washington: ASM. – 1990. – № 9. – P. 2902-2911.

Наведені дані щодо метеочутливості людей, діяльність яких пов'язана із фізичними навантаженнями та результати експериментів із впливу природних екологічних факторів на фізичну працездатність. Виявлено, що найбільш суттєву дію на неї чинить добовий градієнт температур, жорсткість та патогенність погоди. Показано, що ступінь впливу погодних умов залежить від вихідного стану людини і важкості виконуваної роботи. Для корекції фізичних навантажень запропоновано використовувати вегетативний індекс

Ключові слова: екологічні фактори, вплив, фізична працездатність

Приведены данные по метеочувствительности людей, деятельность которых связана с физическими нагрузками и результаты экспериментов по влиянию природных экологических факторов на физическую работоспособность. Выведено, что наиболее существенное действие на нее оказывает суточный градиент температур, жесткость и патогенность погоды. Показано, что степень влияния погодных условий зависит от исходного состояния человека и тяжести выполняемой работы. Для коррекции физических нагрузок предложено использовать вегетативный индекс

Ключевые слова: экологические факторы, влияние, физическая работоспособность

УДК 504

ВПЛИВ ФАКТОРІВ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ФІЗИЧНУ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ

Л. А. Васьковець

Кандидат біологічних наук, професор
Кафедра охорони праці та навколишнього середовища*

E-mail: ludmila.vaskovets@yandex.ua

М. О. Глущенко

Кафедра матеріалознавства*

*Національний технічний університет
“Харківський політехнічний інститут”
вул. Фрунзе, 21, Харків, Україна, 61002

1. Вступ

Вирішення сучасних соціально-економічних завдань неможливо без врахування резервів організму та його працездатності. Ці складні змінні, що залежать як від стану людини, так і зовнішніх впливів, в першу чергу природних. Серед природних факторів провідне місце займають погодні. Вони створюють додаткові навантаження на організм, які обумовлені їх повторюваністю та циклічністю.

Неузгодженість внутрішніх процесів організму із зовнішніми природними ритмами є причиною хворобливих психоемоційних станів, послаблення захисних властивостей організму тощо.

Для того щоб активно протистояти негативним впливам довкілля, зберігаючи здоров'я та високий рівень працездатності, необхідно володіти інформацією про їх дію на людину та заходах гармонізації організму із природою.

2. Аналіз літературних даних та актуальність досліджень

Вплив погоди на людину викликає різноманітні відгуки організму через інтегральний характер її дії і

багатофакторність. Незважаючи на великий обсяг досліджень у галузі ксеросології, переважна їх кількість присвячена впливу погодних умов на стан та працездатність хворих людей, або тих, що знаходилися в екстремальних умовах [1–4]. Найбільш повно вивчені патологічні погодні реакції у хворих серцево-судинними захворюваннями та з неспецифічними захворюваннями легень [5]. Досліджений патогенний вплив погоди на тренуваних і нетренуваних людей під впливом адаптогенів [6]. Розглянуто реакції з боку різних систем організму на дію окремих погодних факторів [2, 3]. Важливе місце займають роботи з вивчення механізмів метеотропних реакцій [5, 7–12]. Є повідомлення щодо профілактики метеозалежності та механізмів адапційних процесів [12, 13]. Детально вивчено вплив погоди на розумову працездатність здорових людей різного віку [14, 15].

Питання дослідження впливу погодних умов на фізичну працездатність на сьогодні залишається до кінця не вивченими. Існуючі літературні джерела торкаються дії екстремальних погодних умов (дощу, снігу, високогір'я та ін.) на результати спортивних досягнень [16 – 18] та погод I-III типу на показники фізичної працездатності плавців та спортсменів гірського спорту [13, 19, 20].